

## **Pengaruh pH dan Waktu Kontak Ozonisasi terhadap *Biodegradability* Limbah Cair Tahu dan Kotoran Sapi**

**Khalidazia Putri<sup>1)</sup>, David Andrio<sup>2)</sup>, Elvi Yenie<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Teknik Lingkungan S1

<sup>2)</sup>Dosen Program Studi Teknik Lingkungan S1

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya, Jl.HR Soebrantas, Km. 12,5 Panam- Pekanbaru

Email : [Khalidaziaputri13@gmail.com](mailto:Khalidaziaputri13@gmail.com)

### **ABSTRACT**

Tofu wastewater has COD and BOD concentration of 3,305 and 1,250 mg/L respectively and the volume of waste by 14-20 L/kg of soybeans were process. The low of COD content causes the anaerobic digestion process not optimal to produce methane gas, that needs to be added the other of organic matter such as cow dung. However, lignin and organic polymer in a cow dung causes the mixed of tofu wastewater and cow dung difficult to biodegradable. To improve the biodegradability could be performed by pre-treatment with ozonation process. The aims of this study to determined the effect of pH range (5.22; 8 and 10) and the time of ozonation contact (20; 40 and 60 minutes) to the COD value. The results showed an increase in the percentage of removal COD. The optimum condition was shown at pH 10 time of ozonation was 60 minutes where the percentage of removal COD was 54,8%. The conclusion of this study the higher pH and the longer time of ozonation showed the better of removal the COD.

*Kata Kunci : Advanced Oxidation Procces, ozonation, biodegradability, BOD<sub>5</sub>/COD ratio.*

### **PENDAHULUAN**

Jumlah industri tahu di Indonesia mencapai 84.000 unit usaha dengan kapasitas produksi 2,56 juta ton/tahun (Kaswinarni, 2007). Dalam proses produksinya, efisiensi dalam penggunaan air dan bahan baku masih rendah sehingga produktivitas limbah yang dihasilkan relatif tinggi dan belum dikelola dengan baik (Lestari dkk., 2013). Industri tahu memproduksi limbah cair sebanyak 20 juta m<sup>3</sup>/tahun (Setiayawan dan Rusdijjati, 2014), dengan kuantitas rata-rata 14-20 L/kg kedelai yang diolah (Romli, 2009).

Dari hasil uji karakteristik nilai COD limbah cair tahu adalah sebesar 3.305 mg/L dan BOD sebesar 1.250 mg/L. Hal tersebut menimbulkan masalah di lingkungan karena berpotensi menjadi pencemar terutama di lingkungan perairan.

Untuk menurunkan dampak yang ditimbulkan salah satu pengolahan yang dinilai efektif adalah dengan pengolahan biologi secara anaerob. *Output* yang dihasilkan adalah berupa gas metan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Namun syarat utama dalam proses anaerob

adalah nilai COD limbah >4000 mg/L (Grady dan Lim, 1999). Oleh sebab itu untuk menaikkan nilai COD dari limbah cair tahu perlu ditambahkan sumber bahan organik lain agar nilai COD memenuhi syarat untuk proses pengolahan secara anaerob. Salah satu limbah yang belum dikelola dengan baik adalah kotoran sapi. Limbah tersebut menjadi sumber pencemar dilingkungan karena berdasarkan uji karakteristik nilai COD kotoran sapi adalah sebesar 10.730 mg/L. Campuran dari limbah cair tahu dan kotoran sapi menghasilkan nilai COD dan BOD beturut-turut adalah sebesar 16.845,51 mg/L dan 1681 mg/L sehingga proses pengolahan anaerob dapat berlangsung karena jumlah senyawa organik didalam limbah mencukupi untuk kebutuhan nutrisi bagi bakteri anaerob.

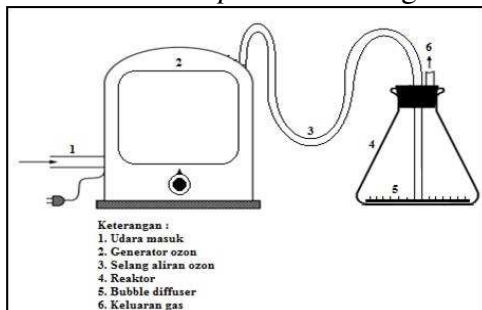
Namun kelemahan utama dalam proses anaerob adalah laju pertumbuhan mikroorganisme yang rendah dikarenakan limbah mengandung senyawa organik kompleks (Siallagan dan Nurmay, 2010). Kotoran sapi mengandung senyawa organik yang sulit untuk didegradasi secara biologi, karena mengandung selulosa sebesar 25,2%, hemiselulosa 18,6%, dan lignin 20,2% (Windiasmara dkk., 2012). Hal tersebut juga dikemukakan oleh Sasongko (2010), dimana proses pengolahan secara anaerob akan berlangsung lambat karena bakteri tidak mampu memecah senyawa organik kompleks yang terdapat didalam limbah karena sel bakteri hanya mampu dilewati senyawa sederhana seperti glukosa, asam amino dan asam lemak volatil (Ahmad, 2009).

Untuk mempermudah proses degradasi senyawa organik oleh bakteri perlu dilakukan *treatment* awal yang bertujuan untuk mendegradasi senyawa organik kompleks sehingga struktur molekul senyawa tersebut terkonversi menjadi senyawa yang lebih mudah untuk diuraikan bakteri. *Treatment* tersebut dapat dilakukan dengan proses oksidasi lanjut dengan metode ozonisasi. Senyawa organik kompleks akan teroksidasi oleh ozon menjadi senyawa dengan struktur molekul yang lebih sederhana. Proses ozonisasi dipengaruhi pH dan waktu kontak. Hal tersebut sangat menentukan besarnya reduksi dari bahan organik didalam limbah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana pengaruh pH dan waktu kontak ozonisasi terhadap nilai COD limbah.

## METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan terdiri dari limbah dan bahan kimia. Limbah yang digunakan adalah limbah cair tahu dan kotoran sapi yang berasal dari salah satu industri tahu di jalan Kubang raya Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru, NaOH sebagai pengatur pH limbah dan larutan kalium iodida 2%, natrium thiosulfat 0,2 N, asam sulfat 2 N, dan indikator amilum 2% untuk pengukuran kapasitas produksi ozon dalam generator. Ozonisasi dilakukan didalam reaktor *batch* dengan volume sampel 250 ml. Alat utama yang digunakan adalah generator ozon dan erlemeyer yang berfungsi sebagai reaktor. Reaktor dilengkapi dengan stirrer sebagai pengaduk dan diffuser yang berfungsi untuk menyebarkan gelembung ozon ke

dalam limbah. Untuk mengatur pH dan waktu ozonisasi digunakan pH meter dan *stopwatch*. Rangkaian



**Gambar 2.1** Rangkaian alat proses ozonisasi

Variabel tetap dalam penelitian adalah volume limbah yang digunakan sebanyak 250 ml dengan rasio pengenceran kotoran sapi dan air adalah 1:2 dan rasio pencampuran kotoran sapi dan limbah cair tahu

proses ozonisasi dapat dilihat pada Gambar 2.1

50:50. Variabel terikat yang diuji adalah COD dan BOD. Variabel berubah merupakan variabel proses yang akan dipelajari dalam penelitian ini dilakukan pada kondisi pH awal limbah 5,22; 8 dan 10. Waktu kontak yang digunakan adalah 20, 40 dan 60 menit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji karakteristik awal limbah cair tahu dan kotoran sapi dan campuran limbah cair tahu kotoran sapi dapat dilihat pada Tabel 1

**Tabel 1** Hasil uji karakteristik limbah

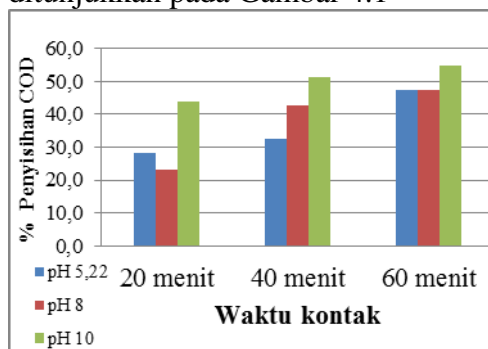
Parameter yang diuji	Kotoran Sapi	Limbah Cair Tahu	Limbah Cair Tahu + Kotoran Sapi
COD terlarut (mg/L)	10.730	3.305	16.845,51
COD total (mg/L)	-	-	26.564,08
BOD (mg/L)	-	1.250	1.681
pH	8	4,5	5,22
Suhu (°C)	31	35	31
BOD/COD	-	-	0,063

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui nilai COD terlarut dari campuran limbah cair tahu dan kotoran sapi adalah sebesar 16.845,51 mg/L. Tingginya nilai tersebut dikarenakan oleh kandungan senyawa organik yang ada didalam limbah. Menurut Nurhasan dan Pramudyanto, (1987) dan Windyasamara dkk., (2012) campuran dari kedua limbah tersebut mengandung senyawa protein, karbohidrat, lignin, selulosa dan hemiselulosa. Senyawa tersebut bersifat kompleks organik sehingga

menyebabkan sulit terdegradasi karena terdiri dari senyawa-senyawa polimer. Oleh sebab itu nilai BOD dari limbah ini hanya sebesar 1681 mg/L, karena limbah ini didominasi oleh senyawa-senyawa organik yang sulit terdegradasi secara biologi. Oleh sebab itu, *pra-treatment* menggunakan ozon perlu dilakukan untuk menyisihkan dan menguraikan senyawa organik kompleks yang ada didalam limbah sehingga kemampuan biodegradasi limbah akan meningkat.

#### 4.1 Hubungan pH dan waktu kontak ozonisasi terhadap penyisihan COD

COD merupakan salah satu parameter yang umum digunakan untuk menentukan karakteristik kimia limbah cair. Semakin tinggi konsentrasi COD, maka kualitas limbah akan semakin buruk dikarenakan banyaknya senyawa organik yang terdapat didalam limbah. Pengaruh pH dan waktu ozonisasi terhadap nilai COD ditunjukkan pada Gambar 4.1



**Gambar 4.1** Hubungan pH dan waktu kontak terhadap persentase penyisihan COD total

Dari Gambar 4.1 terlihat bahwa persentase penyisihan COD meningkat seiring dengan meningkatnya pH dan waktu kontak. Hal tersebut disebabkan karena semakin lama proses ozonisasi, maka  $O_3$  yang terbentuk akan semakin banyak, sehingga proses oksidasi senyawa organik menjadi lebih efektif. Persentase penyisihan COD tertinggi yaitu pada waktu kontak 60 menit sebesar 54,8%. Faktor lain yang mempengaruhi proses ozonisasi selain waktu kontak adalah pH. Persentase penyisihan COD pada setiap perlakuan pH berbeda-beda. Pada penelitian ini, persentase penyisihan COD tertinggi terjadi

pada pH 10. Pada pH basa ( $pH > 8$ ) kehadiran ion  $OH^-$  berperan sebagai inisiator dalam proses dekomposisi ozon menjadi  $OH^\bullet$ , dengan kata lain kelarutan ozon semakin menurun dengan meningkatnya pH (Hoigne dan Bader, 1976). Saat  $O_3$  bereaksi dengan  $OH^-$ , akan menghasilkan  $OH^\bullet$ ,  $O_2$  dan  $HO_2^\bullet$  didalam limbah.  $OH$  radikal merupakan salah satu oksidator kuat dengan potensial oksidasi sebesar 2,8 V dan bersifat non selektif, sehingga setiap senyawa yang tidak teroksidasi oleh ozon akan teroksidasi oleh  $OH$  radikal. Parameter COD mengalami penurunan sebagai efek dari kehadiran  $OH$  radikal. COD yang terdiri dari zat-zat organik maupun anorganik akan teroksidasi menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Hal ini merupakan proses oksidasi yang menyebabkan mineralisasi terhadap komponen organik didalam limbah (Tchobanoglous dan Burton, 1991). Senyawa organik kompleks seperti lignin akan teroksidasi menjadi asam *muconic*, asam maleat dan asam oksalat. Karbohidrat, selulosa dan hemiselulosa teroksidasi menjadi glukosa dan protein teroksidasi menjadi asam-asam amino seperti *cysteine*, *methionine*, *tryptophan*, *tyrosine*, *histidine* dan *phenylalanine* (Mudd dkk., 1969). Semua senyawa hasil degradasi oleh ozon tersebut merupakan senyawa sederhana yang bersifat mudah untuk diuraikan oleh bakteri.

#### KESIMPULAN

Proses ozonisasi terhadap campuran limbah cair tahu dan kotoran sapi mampu menyisihkan COD mencapai 54,8% dengan kondisi optimum yaitu

pada pH 10 dan waktu kontak selama 60 menit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla, K. dan Hammam, G. 2014. Correlation between Biochemical Oxygen Demand and Chemical Oxygen Demand for Various Wastewater Treatments Plants in Egypt to Obtain the Biodegradability Indices. *Journal of Science Basic and Applied Research (IJSBAR)*. Vol.13, No. 1, pp 42-48
- Ahmad, A. 2009. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Limbah Cair*, UNRI Press, Pekanbaru
- Grady, L.C.P., Daigger, G.T dan Lim, H.C. 1999. *Biological Wastewater Treatment*, 2<sup>nd</sup> Edition. Marcel Dekker, Inc
- Hoigné, J. 1998. *Chemistry of Aqueous Ozone and Transformation of Pollutants by Ozonation and Advanced Oxidation Processes*. in: Hutzinger O (ed.) *The Handbook of Environmental Chemistry*, Springer Verlag, Berlin, Vol. 5, Part C: 83–141.
- Kaswinarni, F. 2007. *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu*. Thesis. Universitas Dipenogoro. Semarang.
- Lestari, S.R., Chaidir, Z., dan Tetra, O.N. 2013. Produksi Biogas dari Limbah Cair tahu dengan Menggunakan Starter Kotoran Kuda. *Jurnal Kimia*. UNAND
- Mudd, J.B., Leavitt, R., Ongun, A., McManus, T. 1969. *Reaction of ozone with amino acids and proteins*. *Journal atmospheric Environment*. Vol.3 Hal (669-681)
- Romli, Muhammad dan Suprihatin. 2009. Beban Pencemar Limbah Cair Industri Tahu dan Analisis Alternatif Strategi Pengelolaannya. *Jurnal Purifikasi*, 10:2 141-154
- Sasongko, Wedo. 2010. Produksi Biogas dari Biomassa Kotoran Sapi dalam Biodigester Fix Dome dengan Pengenceran dan Penambahan Agitasi. Thesis. Universitas Sebelas Maret
- Siallagan, Nurmay, R.S. 2010. Pengaruh waktu tinggal dan Komposisi Bahan Baku pada Proses Fermentasi Limbah Cair Tahu terhadap Produksi Biogas. *Jurnal*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Tchobanoglous, G dan Burton, L.F. 1991. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. Handbook. 3<sup>rd</sup> Edition. Newyork:McGraw Hill. Inc
- Windyasmara, L., Pertiwi, Ningrum A., Yusiati, L. M. 2012. Pengaruh Jenis kotoran ternak sebagai substrat dengan penambahan serasah daun jati terhadap karakteristik biogas pada proses fermentasi. *Buletin Peternakan*. 36(1):40-47